

古典的条件づけ理論における absent cue の処理

澤 幸 祐

1. 序

心理学の分野において学習 (learning) とは、「経験によって生じる比較的永続的な行動の変化」であると一般的には定義され、行動が経験の中で呈示される特定の刺激（もしくは類似した刺激）の制御下におかれ、その変化が受容器や効果器の変化に帰属することができないものといわれる。ヒトや動物がどのように外界に存在する情報や自らの行動と外界との関係を学習するかに関しては多くの研究がなされてきたが、中でも古典的条件づけ (classical conditioning) は、Pavlov によってその手法が確立されて以来 (Pavlov, 1927), ヒトや動物の学習研究において基本かつ重要な手法として受け入れられ、多くの実験的・理論的研究を生み出してきた (e.g., Rescorla & Wagner, 1972; Miller & Matzel, 1988; Wagner, 1981; Pearce & Hall, 1980; Mackintosh, 1975)。古典的条件づけ手続きにおいては、一般に音刺激や光刺激といった中性的な刺激 (条件刺激; conditioned stimulus; CS) と、エサや電気ショックといった生得的な反応 (unconditioned response; UR) を喚起する生物学的有意性の高い刺激 (無条件刺激; unconditioned stimulus; US) の対提示が生活体に対して行われる。CS はもともと中性的であるために、当初はある程度の定位反応しか喚起しないが、複数回の US との対提示によってそれまでは見られなかった反応 (条件反応; conditioned response; CR) を喚起するようになる。このように、古典的条件づけ手続きは驚くほどに簡単なもので

あるが、この手続きによって生活体は何を学習しているのかという問いに対して答えようとする試みは、手続きの単純さからは想像できないほどに複雑な理論的發展を遂げた。特に Rescorla-Wagner model の登場によって学習理論研究は大きな進歩をとげ、さまざまな対立軸を形成しながら発展してきたが、中でも最近重要な問題として挙げられるのが“呈示されていない刺激 (absent cue)”に関するものである。一般に、生活体はさまざまな刺激状況の中で生活しており、知覚的に経験された刺激に関して様々な学習を行うが、特にわれわれヒトの持つ抽象的な思考などにおいては、実際に呈示されてはいないが他の刺激の存在によって間接的に活性化される刺激に関する情報処理が重要な意味を持つ。例えば、我々は目の前に存在する刺激に関連した情報を記憶の中から検索し、検索された情報に対してなんらかの処理を行うことができるのは容易に想像できるであろう。本稿では、代表的な古典的条件づけ理論のいくつかを概説したのちに、absent cue に関してこれらの理論がどのような対立軸を形成しているか、またどのような実験的研究が行われているかに関して議論を行う。

2. 条件づけの獲得モデル

古典的条件づけ理論を評価するうえでひとつの重要な基準として長く考えられてきたのは、刺激間競合 (cue competition) をうまく説明できるかというものであった。Rescorla-Wagner model を初めとする獲得モデル (acquisition model) と言われるものは、刺激間競合を「学習の獲得時に生じるもの」と考える。例えば隠蔽 (overshadowing) を例にとってみよう。典型的な隠蔽の手続きでは、被験体は異なる二つの CS (ここでは仮に A と B とする) が同時呈示され、続いて US が呈示される (AB+)。この手続きによって、ひとつの CS のみが US と対呈示された場合 (A+) に比べて、A という CS が喚起できる CR は小さくなる。獲得モデルの代表例である Rescorla-Wagner model では、隠蔽は以下のように説明

される。Rescorla-Wagner model ではまず、US が提供しうる連合強度は有限であると仮定される。そこで刺激 A と B が US と対呈示されることによって、有限の連合強度をそれぞれの刺激が自らの明瞭度 (salience) に応じて奪い合う。結果として隠蔽手続きが行われた場合には、それぞれの刺激が獲得できる連合強度は少なく押さえられ、結果的にテストにおいて弱い CR しか喚起できないと説明される。

Rescorla-Wagner model とは異なる思想で設計された獲得モデルとしては、Mackintosh の注意理論 (Mackintosh, 1975) や Pearce-Hall model (Pearce & Hall, 1980) が挙げられる。これらのモデルでは、注意 (attention) という概念を条件づけ理論に取り入れることで様々な学習現象を説明しようと試みている。これらのモデルはいずれも、Rescorla-Wagner model においては主に CS の物理的強度に依存すると考えられていた明瞭度を、「CS が喚起しうる注意量」として捉えなおし、学習の進展に伴って CS は連合強度の更新を受けるが、それと同時に注意量に関しても更新されたと考えた。すなわち、Rescorla-Wagner model では訓練によって変化しないと考えていた明瞭度が変化しうるものと捉える点に大きな相違が存在する。この相違によって、Rescorla-Wagner model に対する主な批判の元であった潜在制止 (latent inhibition; Lubow, 1989; Lubow & Moore, 1959) を注意理論は説明することが可能となったが、刺激間競合に関してはやはり、Rescorla-Wagner model と同様に、学習の獲得時に生じるものと仮定されている。

こうした獲得モデルの特徴としては、CS が喚起する CR の強さは、CS が獲得した連合強度と直接に対応すると考えている点が挙げられる。前述の隠蔽の例で言えば、隠蔽手続きを受けた被験体が A という CS に対して示す弱い CR の原因は刺激 A が少ない連合強度しか獲得していないからであり、刺激間競合とは学習の獲得時点において連合強度の獲得に関する競合であると考ええる。こうした考え方は、「学習できなかったのだから

小さい反応しか喚起しない」という直感的な理解には整合するものであるといえる。Rescorla-Wagner model のみならず、Mackintosh の注意理論 (Mackintosh, 1975) や Pearce-Hall model (Pearce & Hall, 1980), SOP 理論 (Wagner, 1981) などの獲得モデルは、いずれも刺激間競合をこうした形で解釈している。

3. 条件づけの反応モデル

Ralph Miller と共同研究者たちは、前述のような獲得モデルに対抗する形でコンパレータ仮説 (comparator hypothesis; Miller & Matzel, 1988) と呼ばれる古典的条件づけの反応モデル (response model) を提唱している。コンパレータ仮説によれば、条件づけ事態において US と対呈示された CS は、すべて US との間に十分な連合強度を獲得することができるとされる。前述の隠蔽を例にとると、AB+という手続きを受けた被験体は、刺激 A と刺激 B の両方に対して十分な連合強度を獲得すると考える。すなわち、獲得モデルとは異なり、刺激間競合は連合強度獲得の時点では生じないと仮定される。

それでは、テスト時において刺激 A が小さい CR しか喚起しないのはどのように説明されるのだろうか。コンパレータ仮説では、テスト時において反応を生成する際に、テストで用いられる標的刺激と、標的刺激と連合した比較刺激との間で連合強度の比較が行われ、その差分に基づいて CR の強度が決定されると考える。すなわち隠蔽の例で言えば、AB+という手続きによって刺激 A、B はともに十分な連合強度を獲得し、また同時に刺激 A と B の間にも連合が形成される。刺激 A がテストで用いられると、AB 間の連合によって比較刺激である B も活性化され、刺激 A の獲得している連合強度と B が獲得している連合強度の比較が行われる。両者ともに十分な連合強度を獲得しているために、その差分 (A の連合強度 - B の連合強度) は小さなものとなり、従って刺激 A は小さな反応しか

喚起できない。この説明からもうかがえるように、コンパレータ仮説においては刺激間競合とは連合強度の獲得に関して生じるものではなく、反応の生成時に各刺激が獲得した連合強度の比較において生じるものであると解釈される。

この解釈からも理解できるように、コンパレータ仮説の特徴はCRの強さは当該CSが獲得している連合強度のみによって決まるものではないと考えるところにある。すなわち、テストで用いられるCSが大きな連合強度を獲得していても、比較刺激が同等に強い連合強度を獲得している場合にはCRは小さくなるし、逆に比較刺激が弱い連合強度しか獲得していないような場合には強いCRを喚起することが可能である。これは、言い換えれば「弱い反応しか見られないのは、学習に失敗したからではなく反応生成に失敗したからである」と解釈することが可能である。すなわち、当該CSは十分にUSとの連合を獲得しているにも関わらず、テストに際してはその連合強度は比較刺激の獲得している連合強度の影響を受けて十分に反応へ置換されないということであり、反応モデルは言い換えれば検索モデル (retrieval model) でもあるということである。

4. 獲得モデルと反応モデルの差異

こうした獲得モデルと反応モデルの間の論争は、学習理論研究のなかでも大きな領域を占めていたが、その差異がとくに際立ったのは回顧的再評価 (retrospective revaluation) と呼ばれる現象に関してであった。回顧的再評価とは、標的刺激に対する訓練終了後の刺激性制御の変化を指し、すでに訓練を行った刺激以外のものに対する実験的操作が回顧的に過去に用いた刺激の反応喚起力等に影響するような事態を意味する。回顧的再評価に関しては、大きく分けて正の回顧的再評価 (positive retrospective revaluation) と負の回顧的再評価 (negative retrospective revaluation) の二通りに大きく分けられ、手続きに関してもいくつかのバリエーション

が存在する。ここでは正と負の回顧的再評価をそれぞれ概観し、獲得モデルと反応モデルの差異がどのように現れるかを検討する。

正の回顧的再評価は、媒介条件づけ (mediated conditioning) と呼ばれ、主に Peter Holland による一連の研究 (e.g., Holland, 1981; 1983; 1990) で報告されている。Holland and Forbes (1982) は、ラットを被験体として用い、媒介条件づけの一例として媒介消去 (mediated extinction) と呼ばれる現象に関して報告している。実験群の被験体はまず、二種類の CS である A と B の複合刺激と US の対呈示訓練を受け (AB+), その後に刺激 A の単独呈示を受ける (A-)。統制群に属する被験体は、刺激 A の単独呈示を受けない。この手続きによって、テストにおいて刺激 B の単独呈示を行うと、実験群の被験体は、統制群と比較して弱い CR ししか喚起しなかった。一般に、US との対呈示を経験した刺激を後に単独呈示すると CR を喚起する能力が弱まるという消去 (extinction) の現象が知られているが、Holland and Forbes (1982) の結果は、標的刺激以外のものを単独呈示することによって間接的な (媒介された) 消去が生じた可能性を示唆している。言い換えると、この結果は「表象によって活性化された刺激は、実際に呈示された刺激と同様の挙動を示す」と解釈されうる。一般的に消去とは、既に連合強度を獲得して CR を喚起する能力を獲得している刺激が、その後に US を伴わずに単独呈示されることによって CR を喚起する能力を失うことを指す。媒介消去の手続きでは、CR 喚起力を失う刺激は直接的に呈示されているのではなく、連合を通じて間接的に活性化されているだけであり、これによって消去が生じるとするならば、間接的な活性化は消去を引き起こすのに十分で、直接的に呈示されるのとなんら変わることはないと考えることができる。

標的刺激 (ここでは刺激 B) が呈示されていない試行ではなんの学習も生じないと考える獲得モデルでは、当然この結果は説明できないが、一方の反応モデルに関してもこの現象の説明には困難が生じる。すなわち、コ

ンパレータ仮説においては、Holland and Forbes (1982) の手続きにおいても標的刺激が B であれば比較刺激は A となる。実験群が経験する A-訓練は、刺激 A の持つ連合強度を減少させるはずであり、だとすれば標的刺激 B が喚起する CR は逆に増加すると予測される。しかしながら、この予測は実際の実験結果とは一致しない。つまり、コンパレータ仮説は逆行阻止などを説明できるにもかかわらず、媒介消去に関しては説明することができない。Holland は、こうした媒介条件づけの結果に関しては獲得モデルにおいて説明されるべきものと考えているようで、連合によって活性化される刺激に関しても獲得モデルをそのまま当てはめることによって、実際に呈示された刺激と同様の規則にしたがって連合強度の更新がなされると考えることによって獲得モデルを拡張するべきと捉えているように見受けられる。

次に、負の回顧的再評価手続きのひとつである逆行阻止 (backward blocking) と呼ばれる現象を考えてみよう。通常の阻止手続きでは、実験群に属する被験体はまず刺激 A と US の対呈示を受ける。一方で統制群に属する被験体はこの手続きを受けない。引き続き両群の被験体は、先ほどの刺激 A に加えて刺激 B と US の対呈示を受ける (AB+)。こうした訓練ののちに刺激 B に関してテストを行うと、実験群の被験体は統制群と比較して刺激 B に対して小さな CR しか喚起しないことが知られている (Kamin, 1968)。この阻止という現象は、古くから重要視されていた接近の法則 (law of contiguity) に対する強力な反証となり、随伴性理論 (contingency theory ; Rescorla, 1966) から Rescorla-Wagner model へと発展を遂げていく上で重要な発見であった。Rescorla-Wagner model においては、実験群において先行して行われる A+訓練によって刺激 A が十分な連合強度を獲得してしまい、AB+訓練において刺激 B が獲得できる連合強度の残量が少なくなってしまうと考えることによって阻止を説明する。一方、反応モデルであるコンパレータ仮説では、阻止は以下のよう

に説明される。実験群では、A+訓練を先立って行っているために、こうした訓練を行っていない統制群に比べて刺激Aの獲得している連合強度は大きい。AB+訓練によって刺激Bが獲得できる連合強度の大きさに関しては両群ともに等しいため、テスト時に刺激Bが喚起しうる反応の大きさは比較刺激である刺激Aの連合強度に依存し、結果的に刺激Aがより多くの連合強度を獲得している実験群において刺激Bに対する反応強度が小さくなる。

このように、通常の阻止に関しては獲得・反応モデルはそれぞれ、まったく異なる方法ではあるが説明が可能である。しかしながら、逆行阻止の事態においてはこうした説明力において差が生じる。逆行阻止では、通常の阻止手続きがA+訓練の後にAB+訓練という順序であったのに対して、AB+訓練の後にA+訓練を行うという逆の手続きが用いられる。この手続きにおいても、いくつかの研究は通常の阻止手続きと同様に刺激Bにおける反応の減弱を報告している (e.g., Chapman, 1981; Shanks, 1985; Miller & Matute, 1996)。コンパレータ仮説においては、逆行阻止に関しても通常の阻止手続きと同様の説明が可能である。すなわち、AB+訓練に続くA+訓練によって、刺激Bに対するテストにおける比較刺激Aがより多くの連合強度を獲得し、これがテストにおける刺激Bに対する反応の減弱を引き起こす。一方で、Rescorla-Wagner modelをはじめとする獲得モデルでは、逆行阻止の現象を説明することができない。一般に獲得モデルでは、被験体がある刺激に関してUSとの連合形成などの学習を行うためには、当該の刺激が呈示されている必要がある。先に述べたように、獲得モデルはあくまでも刺激間競合を連合強度の獲得時点における競合であると考えるため、AB+訓練によって刺激AとBの間で連合強度の競合が生じることはあっても、その後に行われるA+訓練ではAが連合強度を獲得するだけであって、刺激Bに関してはなんら連合強度の変化は起きないと予測する。連合強度に変化が生じていないのであれば、刺激が

喚起しうる反応の強度はその刺激が獲得した連合強度に依存すると仮定している以上、テスト時における刺激 B に対する反応は減弱しないということになり、これは逆行阻止に関する実験結果とは矛盾する。

このように、回顧的再評価の事態においては、獲得モデルと反応モデルは全く異なる予測を行う。こうした予測の違いを生む最大の要因は、本稿の中心的問題でもある absent cue に関してどう考えるかという点にある。獲得モデルでは、ある刺激に関する連合強度の変化などの学習は、当該刺激が呈示されている試行においてのみ生じると仮定しているため、回顧的再評価に関してはテストにおいて用いられる刺激に対する反応の変化を予測しない。すなわち、獲得モデルにおいては、absent cue は基本的に想定範囲外であり、結果の予測や説明に関してなんら影響しない。しかしながら、正の回顧的再評価に限定して言えば、Holland が示したように absent cue に関しても実際に呈示された刺激と同様の獲得モデルを適用しうると考えることによって一応の説明が可能である。一方で、反応モデルでは、ある刺激が喚起しうる反応の強度は最終的な反応出力の段階において決定されるため、当該刺激が呈示されていない試行がどこに挿入されても、最終的な反応出力の時点で反応強度を変化させうる。すなわち、反応モデルにおいては absent cue そのものに関してなんらかの学習が生じるとは仮定しないが、absent cue を比較刺激という形で取り込むことによって反応生成時にその影響を考慮するということである。反応モデルの代表であるコンパレータ仮説は、こうした仮定によって負の回顧的再評価を説明することが出来るが、一方で正の回顧的再評価を説明することが出来ない。

獲得モデルは、Holland の言うような条件を新たに設定することによって正の回顧的再評価を説明することができるようになったが、Holland の主張の背景には動物実験において負の回顧的再評価を確認することの困難さ (e.g., Holland, 1999) があるといえる。その一方で、ヒトの随伴性判

断課題においては負の回顧的再評価は頑健な現象として多くの報告がなされている (e.g., Chapman, 1981 ; Shanks, 1985)。古典的条件づけ理論を、動物の学習事態を説明するためのものと捉えてしまえば負の回顧的再評価を説明できないことは大きな瑕疵にはならないかもしれないが、ヒトと動物の両方に適用可能な理論的枠組みを目指す方向性を考えると、獲得モデルによる負の回顧的再評価の説明は必要な発展であるともいえる。次に、Holland が指摘したのとは異なる方法による獲得モデル改訂の試みを概観し、それがいかにして負の回顧的再評価を説明するのかを見ていく。

5. 改訂版獲得モデルにおける **absent cue** の処理過程

獲得モデル陣営にとって、回顧的再評価を予測・説明できないことの主な原因は **absent cue** に関しては何の学習も生じないと仮定する点にあった。Holland のいうように、連合によって活性化された **absent cue** に関してもなんの変更も行わないままに獲得モデルを適用することは正の回顧的再評価の説明を可能にはしたが、負の回顧的再評価に関しては手付かずである。そこで、この点に関して改訂を加えた獲得モデルとして、Van Hamma and Wasserman (1994) による改訂版 Rescorla-Wagner model と Dickinson and Burke (1996) の改訂版 SOP 理論が挙げられる。これらのモデルのもととなった Rescorla-Wagner model と SOP 理論はいずれも、先に述べたように実際に呈示されていない CS に関しては何の学習も生じないと仮定していたために、回顧的再評価を説明できなかった。それに対し、これらのモデルではいくつかの改訂を加えることによって回顧的再評価を説明しうるものとなっている。

もともと Rescorla-Wagner model では、呈示された US と予測された US 表象との差分を、呈示された CS の明瞭度に乗じた値が、当該試行における連合強度の変化量であると仮定していた。従って、CS が呈示されていない場合には CS の明瞭度はゼロであり、当該 CS に関しては連合強

度の増減は生じず、学習が生じないと仮定される。改訂版 Rescorla-Wagner model はこの点を修正し、実際に呈示されていないが他の刺激との連合によって活性化される CS に関しては負の明瞭度を持つと考えた。こうした改訂は、「CS が呈示されていない場合には CS が呈示されているときと正反対の学習が生じる」という新たな予測を生む。先ほどの逆行阻止手続き (AB+, A+) に関してこの考え方を導入すると、AB+訓練においては A, B 両方の CS が US との間に連合を形成するが、A+訓練において刺激 B は呈示されていない。先行する AB+訓練によって形成される AB 間の連合によって刺激 B は間接的に活性化され、この間接的な B 表象が US と対呈示されたために、もし実際に呈示されていたならば US との間の連合強度を増加させただろうが、その正反対の変化、すなわち連合強度の減少を生じると解釈される。結果として刺激 B は連合強度を失い、テストにおいては弱い反応しか喚起できない。この解釈は、従来の Rescorla-Wagner model では不可能であった回顧的再評価をうまく説明することができる。

一方、従来の SOP 理論は、CS が呈示されているときに US も呈示されていれば両者の間には興奮の連合が、CS が呈示されているときに US が連合によって活性化されているのみである場合には制止の連合が生じると考えていた。つまり、US が absent の場合には理論の枠組みの中で説明や予測を行うことができるが、CS が呈示されていない場合にはなんの学習も生じないと考えられており、Rescorla-Wagner model と同様に回顧的再評価を説明することができなかった。この点に関して Dickinson & Burke (1996) は、CS が absent である場合にも学習が生じると考えて SOP 理論の改訂を行った。すなわち、CS が連合によって活性化されていて US が呈示されている場合には制止の連合が、CS も US も連合によって活性化されているのみである場合には両者の間に興奮の連合が形成されるとしたのである。これは、CS と US の両者が共に呈示もしくは非呈示

の場合には興奮の連合が、一方が呈示・一方が非呈示の場合には制止の連合が形成されると仮定されていると言い換えることが可能である。こうした改訂によって、逆行阻止は以下のように説明される。AB+訓練においてはA、B両方のCSがUSとの間に連合を形成するが、A+訓練において刺激Bは呈示されていない。先行するAB+訓練によって形成されるAB間の連合によって刺激Bは間接的に活性化され、この間接的なB表象がUSと対呈示されたために、両者の間には制止の連合が形成される。結果として刺激Bはあらかじめ獲得されていた興奮の連合と続いて獲得された制止の連合の競合により、テストにおいては弱い反応しか喚起できない。このように、改訂版 SOP 理論は逆行阻止を説明することができる。これは、CSが呈示されていない absent cue の状態でも学習が生じるという改訂が行われたからであり、その本質は改訂版 Rescorla-Wagner model と同様であるといえる。

先に述べたように、獲得モデルの特徴は「刺激間競合は獲得時に生じる」と考えることであった。改訂版獲得モデルにおいても同様に、あくまでも刺激間競合やなんらかの刺激に関する連合強度の更新は獲得時、訓練試行時に生じると考える。改訂版においては、連合によって活性化されただけで実際には呈示されていない absent cue に関しても学習が生じうるが、実際に呈示された刺激とは正反対の学習が生じると仮定された。こうした改訂は、獲得モデルの基本的立場を崩すことなく回顧的再評価を説明可能としたが、結果として特に負の回顧的再評価事態において刺激間の競合は学習の獲得時に生じるのか、反応時に生じるのかという問いに対する明確な結論はいまだ出ていない。

6. Absent cue をめぐる諸現象と学習理論

これまで述べてきたように、獲得モデルと反応モデルの論争は、刺激間競合がどの時点で生じるのかという対立軸を持ちながら、回顧的再評価を

いかに説明するかという点において進んできた。その中心にあるのが absent cue であり、特に回顧的再評価を説明する上ではその扱いが重要なものであった。では、回顧的再評価以外の現象においては、absent cue はどのように振舞うのであろうか。absent cue とはあくまでも、「連合によって活性化されているが実際には呈示されていない刺激」であり、様々な実験事態においてその存在は仮定しうる。ここでは、二次条件づけや感性予備条件づけと条件性制止の問題に関して論じる。

二次条件づけ (second order conditioning) は、Pavlov によって古典的条件づけ手続きが開発された当初から知られている現象である (Pavlov, 1927)。典型的な手続きとしては、被験体はまず A という CS と US の対呈示訓練を受け (A+)、その後に刺激 A と別の CS である B との対呈示訓練を受け、US は呈示されない (AB-)。こうした訓練の後に、刺激 B を単独呈示するテストを行うと、被験体は刺激 B と US との直接的な対呈示を受けていないにも関わらず、CR を喚起する (e.g., Rizley & Rescorla, 1972; 総説としては Rescorla, 1980)。この手続きにおいては、AB-訓練時には US は absent cue であると考えられる。すなわち、US は実際に呈示されていないものの A+訓練によって刺激 A との間に連合を形成しており、この連合を通じて間接的に活性化されうる。テストにおいて刺激 B が CR を喚起している以上、獲得モデルの前提である反応強度は連合強度と正の相関をもつという仮定を当てはめるならば、AB-訓練において刺激 B は、absent cue である US との間に興奮の連合を形成して連合強度の増加を起さなければならない。こうした解釈は、Rescorla-Wagner model を初めとする改訂前の古典的な獲得モデルからは導くことができない。この点に対して獲得モデルの陣営は、刺激 B が喚起する CR の原因を、刺激 B と刺激 A の間の連合および刺激 A と US との連合をつなげた連合鎖 (associative chain) に求めているが、Holland の媒介条件づけの発想を取り入れるならば、連合によって活性化された US は実際に呈示

された場合となんら変わりなく処理されると考えるために、刺激 B との間に興奮の連合を形成することが説明され、二次条件づけの現象をうまく説明することができる。一方で反応モデルであるコンパレータ仮説に関してはどうか。コンパレータ仮説では、刺激 B に関して行われるテスト時において刺激 A が比較刺激となると考えるため、刺激 B と刺激 A の連合強度の差分が重要となるが、刺激 B は US と対呈示されていないために連合強度を獲得していない。一方で刺激 A は A+訓練によって十分な連合強度を獲得しているために、結果として比較刺激の方が多くの連合強度を獲得しているということになる。そのため、テストにおいて刺激 B は CR を喚起することができないと考えるため、コンパレータ仮説はその基本的な仮定をそのまま適用する限りにおいては二次条件づけを説明することができない。

感性予備条件づけ (sensory pre-conditioning ; Brogden, 1939) は、手続的には二次条件づけの訓練順序を逆転したものである。すなわち、最初に AB-訓練が行われ、引き続いて A+訓練が行われる。この手続きを受けた被験体は、テストにおいて刺激 B の単独呈示に対して CR を喚起することが知られている。この手続きにおいては、A+訓練時に刺激 B が absent cue であると考えられる。この場合、A+訓練時には刺激 B は AB-訓練によって形成された AB 連合によって活性化されることになり、一方で US は実際に呈示されていることになる。テストの結果からも分かるように、刺激 B は CR を喚起する能力を獲得すると考えられるので、absent cue である刺激 B は連合強度を増加させると考えられる。二次条件づけと同様に、古典的な獲得モデルではこの現象は説明できないが、媒介条件づけの発想を取り入れることや連合鎖の考え方を導入することによって一応の説明は可能である。一方、コンパレータ仮説に関しても現象の説明は二次条件づけと同様であり、刺激 B が CR を喚起することの説明はできない。コンパレータ仮説では、訓練試行において獲得された連合強度がテ

スト時に比較されるため、訓練の順序はモデルによる予測になんら影響しないため、二次条件づけとは訓練の順序が異なるだけの感性予備条件づけに関しても、二次条件づけと全く同様の理由からその結果を説明することはできないわけである。

こうして見ていくと、二次条件づけと感性予備条件づけに関しては、新しい発想の導入が必要にはなるものの、獲得モデルによる説明のほうが適切であるように見える。しかしながら、問題をより複雑にしてしまう現象として条件性制止 (conditioned inhibition) が挙げられる。条件性制止の手続きにも様々なバリエーションが考えられるが、最も基本的なものとしては Pavlov (1927) によって開発された手続きがある。被験体は、刺激 A と US の対呈示 (A+), および刺激 A, B に関する US のない対呈示訓練 (AB-) をそれぞれ多数回経験する。この手続きを繰り返すことによって、被験体は刺激 A が呈示されたときには興奮性の CR を示すようになるが、刺激対 AB が呈示されたときには明確な CR を喚起しないような分化反応を獲得する。この際、刺激 B は条件性制止子 (conditioned inhibitor) としての能力を獲得したと解釈され、他の刺激が CR を喚起するのを抑え (summation test; Rescorla, 1969), また自らが改めて US と対呈示されたときに CR の獲得が遅滞すること (retardation test; Rescorla, 1969) などが知られている。こうした条件性制止の手続きは、試行回数や訓練の順序などの違いはあるが、基本的な訓練試行の形態は二次条件づけや感性予備条件づけと同一であり、それにも関わらず標的刺激は明確な CR を喚起せず、むしろ逆に制止性の特徴を獲得してしまう。

Rescorla-Wagner model を初めとする獲得モデルは、すでに獲得されている連合強度による US 予期と実際の US 呈示の有無との間の差分をもって連合強度の更新を行うため、A+訓練によって獲得された連合強度に依存して刺激 A が喚起する US 予期と AB-訓練時に US が呈示されていないことの差分から刺激 B が負の連合強度を獲得し、条件性制止子と

なることは説明が可能ではある。また、コンパレータ仮説では、二次条件づけを説明できないことの引き換えに条件性制止を説明することができるため、獲得モデルと反応モデルはいずれも、条件性制止の結果を説明することができる。しかしながら、absent cue という観点から見たときには問題が生じる。二次条件づけや感性予備条件づけはいずれも、absent cue が実際に呈示された刺激と同様の振る舞いをするという仮定によって説明可能であったが、条件性制止に関しては結果が二次条件づけなどと逆であることから推測されるように、こうした仮定によっては説明できない。すなわち、A+訓練と AB-訓練を並行して行った場合、A+訓練によって刺激 A と US の間に、AB-訓練によって刺激 A と B の間にそれぞれ興奮の連合が形成されうる。この連合によって、A+訓練では刺激 B が、AB-訓練では US がそれぞれ absent cue として間接的に活性化されうるが、最終的な結果として刺激 B が条件性制止子となっている以上、刺激 B は連合強度を失い、US との間に制止性の連合を形成すると解釈せざるを得ない。だとすれば、A+訓練時の absent cue である刺激 B は実際に呈示されている US との間に制止の連合を形成し、また AB-訓練時の absent cue である US は実際に呈示されている刺激 B との間に制止の連合を形成すると解釈される。この解釈は、改訂版獲得モデルの仮定にそったものといえるが、先にみたような二次条件づけや感性予備条件づけにおいて考えられた absent cue の挙動とは正反対である。

このように、二次条件づけと感性予備条件づけの現象において生じていることと、条件性制止において生じていることの間には absent cue という観点から見たときに大きな問題が存在する。すなわち、連合によって活性化された刺激は実際に呈示された刺激と同じ振る舞いをするのか、それとも全く逆の振る舞いをするのかという点である。古典的獲得モデルは前者の仮定を取り、改訂版獲得モデルは後者の立場をとる。コンパレータ仮説は、比較刺激という観点からではあるが、結果的に後者の立場と同様の

予測を行うと言える。二次条件づけや条件性制止といった現象は歴史も古く、これまでに多くの研究が行われてきてはいるが、統一的な理論の構築という観点から見たときには未だ解決しなければならない問題は多く残されている。

7. まとめ

本稿では、古典的条件づけ理論において、連合によって活性化されているが実際には呈示されていない刺激、すなわち absent cue に関する話題を軸に、理論間の相違や論争になっている問題を概観した。学習心理学は元来、ヒトや動物の行動の変化を司る統一的な枠組みを提供することを大きな目標として進歩してきたと思われる。しかしながら、少なくとも本稿で取り上げた問題に関しては、基本的な現象を統一的に説明するという時点ですでに大きな壁に直面しているといわざるをえない。先に述べたように、absent cue という問題はヒトがもつ複雑な認知的機能を考える上で重要な問題であると考えられ、またそれは学習理論のヒトへの応用を考えたときに避けては通れない問題でもある。

Absent cue に関する議論は、獲得モデルと反応モデルの間の論争、および改訂版獲得モデルや媒介条件づけの事実など様々な問題が入り乱れて進んでいるように見受けられる。もちろん、モデルや理論といったものはあくまでも現象を分かりやすく説明し、新たな実験的枠組みを考案するためだけのものであるとも言える。だとすればある特定の理論やモデルがすべての現象を説明できないからといってそれは大きな問題ではないと開き直ることも可能ではあるが、学習理論というものが広く動物からヒトまで様々な現象を説明するべくして研究されている以上、こうした論争もまた、統一的な理解に向けて発展的に解消されていくべきであろう。

References

- Brogden, W. J. (1939). Sensory pre-conditioning. *Journal of Experimental Psychology*, 25, 323–332.
- Chapman, G. B. (1991). Trial order affects cue interaction in contingency judgment. *Journal of Experimental Psychology ; Learning, Memory and Cognition*, 17, 837–854.
- Dickinson, A. & Burke, J. (1996). Within-compound associations mediate the retrospective revaluation of causality judgments. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49 B, 60–80.
- Holland, P. C. (1981). Acquisition of representation-mediated conditioned food aversions. *Learning and Motivation*, 12, 1–18.
- Holland, P. C. (1983). Representation-mediated overshadowing and potentiation of conditioned aversions. *Journal of Experimental Psychology : Animal Behavior Processes*, 9, 1–13.
- Holland, P. C. (1990). Event representation in Pavlovian conditioning : Image and action. *Cognition*, 37, 105–131.
- Holland, P. C. (1999). Overshadowing and blocking as acquisition deficits : no recovery after extinction of overshadowing or blocking cues. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 52 B, 307–33.
- Holland, P. C., & Forbes, D. T. (1982). Representation-mediated extinction of flavor aversions. *Learning and Motivation*, 13, 454–471.
- Kamin, L. J. (1968). Attention-like processes in classical conditioning. In M. R. Jones (Ed.), *Miami Symposium on the Prediction of Behavior : Aversive Stimulation* (pp. 9–32). Coral Gables, FL : University of Miami Press.
- Lubow, R. E. (1989). *Latent inhibition and conditioned attention theory*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Lubow, R. E., & Moore, A. U. (1959). Latent inhibition : The effect of nonreinforced pre-exposure to the conditioned stimulus. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 53, 415–419.
- Mackintosh, N. J. (1975). A theory of attention : Variations in the associability of stimuli with reinforcement. *Psychological Review*, 82, 276–298.
- Miller, R. R. & Matute, H. (1996). Biological significance in forward and backward blocking : resolution of a discrepancy between animal conditioning and human causal judgment. *Journal of Experimental Psychology ; General*, 125, 370–386.
- Miller, R. R., & Matzel, L. D. (1988). The comparator hypothesis : A response rule for the expression of associations. In G. H. Bower (Ed.), *The psychol-*

- ogy of learning and motivation* (Vol. 22, pp. 51-92). San Diego, CA : Academic Press.
- Pavlov, I. P. (1927). *Conditioned reflexes*. Oxford : Oxford University Press.
- Pearce, J. M. & Hall, G. (1980). A model for Pavlovian learning : Variations in the effectiveness of conditioned but not of unconditioned stimuli. *Psychological Review*, 87, 532-552.
- Rescorla, R. A. (1966). Predictability and number of pairings in Pavlovian fear conditioning. *Psychonomic Science*, 4, 383-384.
- Rescorla, R. A. (1969). Conditioned inhibition of fear resulting from negative CS-US contingencies. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 67, 504-509.
- Rescorla, R. A. (1980). *Pavlovian second-order conditioning*. Hillsdale, NJ : Erlbaum.
- Rescorla, R. A. & Wagner, A. R. (1972). A theory of Pavlovian conditioning : Variations in the effectiveness of reinforcement and nonreinforcement. In A. H. Black & W. F. Procasey (Eds.), *Classical conditioning II : Current research and theory*. New York : Appleton.
- Rizley, R. C., & Rescorla, R. A. (1972). Associations in second-order conditioning and sensory preconditioning. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 81, 1-11.
- Shanks, D. R. (1985). Continuous monitoring of human contingency judgment across trials. *Memory & Cognition*, 13, 158-167.
- Van Hamme, L. J., & Wasserman, E. A. (1994). Cue competition in causality judgment : The role of nonpresentation of compound stimulus elements. *Learning and Motivation*, 25, 127-151.
- Wagner, A. R. (1981). SOP : A model of automatic memory processing in animal behavior. In N. E. Spear and R. R. Miller (Eds.), *Information processing in animals : Memory mechanisms*. (pp. 5-47). Hillsdale. NJ : Lawrence Erlbaum.